

**KVALITET PROIZVODA I DIJAGNOSTIKA  
KAO OSNOVA USPEHA PREDUZEĆA****PRODUCT QUALITY AND DIAGNOSTICS  
AS BASIS FOR COMPANY SUCCESS****Doc. dr Slavica Prvulović<sup>1</sup>, Prof. dr Živan Živković<sup>1</sup>,  
Prof. dr Dragiša Tolmač<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru<sup>2</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „M. Pupin“, Zrenjanin**REZIME**

U radu je dat opis statističke kontrole i dijagnostike procesa sečenja karkasnog platna (sastavnog dela autoguma), u kompaniji AD. Tigar - Pirot.

Uvodjenjem sistema kvaliteta prema zahtevima standarda ISO 9000:2001 u ovoj kompaniji uočeni su određeni nedostaci u kvalitetu finalne autogume kao posledice neusaglašenosti parametara na uređaju za sečenje karkasnog platna na zadatu dimenziju, koji su otklonjeni primenom SPC metodologije praćenja kvaliteta, tj primenom kontrolnih karata za praćenje procesa sečenja karkasnog platna (X-R karte).

Nakon uvođenja kontrolne karte na ovom segmentu tehnološkog procesa proizvodnje autoguma, oscilacije u kvalitetu finalnog proizvoda su smanjene.

**Ključne reči:** Kvalitet, proizvod, statistička kontrola.

**ABSTRACT**

In the paper is given the description of the statistical control and diagnostics for cutting process of carcass linen (car-tire component), in the company AD. Tigar - Pirot.

Introducing quality system according to the request of the standard ISO 9000: 2001 in this company, certain imperfections were noticed, especially in the final car-tire quality as the consequence of parameters lack of coordination at the device for carcass linen cutting onto the given dimension. They are eliminated applying „SPC“ method for quality control, i.e. using check cards for control the cutting process of carcass linen (X-R card).

After introducing the control card of this segment of the technology process for car-tire production, oscillations in the quality of final product are reduced.

**Key words:** Quality, product, statistical control, diagnostic.

**1. UVOD**

Faktor kvaliteta postao je pravi izazov za veliki broj preduzeća. Povišena očekivanja kupaca kao i pooštreni zahtevi u pogledu garancije za proizvod primorava proizvođače na primenu svih mogućih mera radi obezbeđenja potrebnog kvaliteta proizvoda i procesa rada sistema. Kvalitet je u suštinskom i organizacionom smislu postao prvorazredni činilac u međunarodnoj razmeni ideja, proizvoda, usluga, informacija i novca, [7].

Revolucija kvaliteta koja je počela u prvoj polovini, a koja se delimično širi u drugoj plovini XX veka, predstavlja civilizacijski odgovor na izazove koje je donelo industrijsko društvo. Za razliku od tradicionalnog pristupa novi koncept kvaliteta obezbeđuje povećanje prodaje uz istovremeno sniženje ukupnih troškova poslovanja.

Prema standardu ISO 8402 koji potiče iz standarda ISO 9000, kvalitet je skup svih svojstava i karakteristika proizvoda ili usluga, koji se odnose na njihovu mogućnost da zadovolje utvrđene ili izražene potrebe. Unapredjenje i poboljšanje kvaliteta zahteva:

- odgovarajuće programe
- poznavanje metoda i tehnika
- vreme
- sredstva
- stalan istraživačko-razvojni napor kompetentnih učesnika u procesu rada, koji će rezultiratinovim programima unapredjena sistema kvaliteta.

## 2. ULOGA STATISTIKE U KONTROLI KVALITETA

Za statistiku možemo da kažemo da je to metoda kvantitativnog istraživanja varijabilnih pojava. Ovaj postupak istraživanja se koristi u skoro svim naučnim disciplinama i ima za cilj da razradi postupak u kome se stiču objektivna saznanja stvarnosti. Statistička istraživanja se koriste samo na merljive elemente. Merenjem u širem smislu reči, što znači prebrojavanje, popisom ili registracijom činjenica statistika brojčano obuhvata posmatrane pojave, [6].

Na osnovu merenja koja se primenjuju u raznim oblastima poslovanja, dobijanjem podataka i njihovom selekcijom na one koje su bitne za nas i one koje su nevažne za proces, možemo zaključiti da se stalno dešavaju neke promene koje su možda minimalne ali ipak postoje, tj. postoji njihovo variranje, koje treba svesti u okviru normalnih granica i dalji tok procesa nastaviti u okviru ovih granica. Za ovaj proces je neophodna statistička kontrola koja omogućava da se pored utvrđivanja uzroka neusaglašenosti procesa sa potrebama, sprovede i samo poboljšanje procesa.

### 2.1. JEDAN PRIMER STATISTIČKE KONTROLE PROIZVODA

U toku obrade vršena je kontrola karkasnog platna na kojem se kontroliše širina  $d=510^{+2}$  mm. Izabrano je po planu kontrole 25 uzoraka od po četiri merenja i na svakom merenju izmereno odstupanje od dotične normalne mere koja su prikazana u tabeli 1. sa izračunatom aritmetičkom sredinom  $\bar{x}$  i opsegom R.

#### 2.1.1. O karkanskom platnu

Jedan od osnovnih delova gume naziva se karkasa. Karkasa se sastoji od većeg broja slojeva tkanine koja može biti izradjena od različitih tipova vlakana, tzv. korda. Karkasa čini oko 30% težine gume. Njena uloga je da obezbedi čvrstoću, a istovremeno i elastičnost pneumatika. Karkasa prima na sebe najveći deo opterećenja pneumatika koje potiče od dejstva sile težine vozila, centrifugalne sile, sile pritiska vazduha i bočnih sila. Tkanina je debljine 1-1.6mm a vlakna imaju prečnik niti 0.6-0.8mm. broj slojeva tkanine naziva se *Ply Rating* (plaj rejting) i razlikuje se zavisno od namene gume.

#### 2.1.2 Tehnološki proces dobijanja karkase

Najpre se vrši predgrevanje smeše na dvovaljcima. U međuvremenu dok se vrši predgrevanje vrši se i kondicioniranje tj. sušenje korda. Sledeća faza je na četvorovaljku gde se vrši gumiranje korda – nanošenje simetričnog sloja smeše na tekstilni kord. Tako gumiran kord namotava se u velike bale i one se transportuju na mašinu za sečenje. Na noževima ove mašine zadaje se specifična širina korda, vrši se operacija sečenja korda i namotavanje na manje bale koje se transportuju dalje na sledeću fazu proizvodnje.

#### 2.1.3 Postupak kontrole i proračun

Merenje širine karkasnog platna se vrši prilikom sečenja korda. Kao merilo koristi se merna traka koja je manje pouzdana i digitlna merna letva koja nam daje veću preciznost.

Kao što je navedeno merenje je vršeno sa brojem uzoraka 25 i 4 merenja po uzorku.

Izmerene vrednosti se nalaze u tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati merenja i izračunate vrednosti za  $\bar{x}$  i R

Karakteristika: Širina karkase													
Specifikacija: LSL=508.0      USL=512.0      Merna jedinica: mm													
Red.br.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Datum	2006-07-07										2006-07-13		
1.merenje	510.81	510.22	510.56	510.27	510.77	510.00	510.50	510.42	509.92	510.12	510.17	510.31	510.99
2.merenje	510.74	510.52	509.89	510.07	510.68	510.21	510.09	510.10	510.01	510.32	510.38	510.44	511.31
3.merenje	510.32	510.40	510.48	510.52	510.48	510.40	509.69	510.01	511.11	510.49	510.38	510.51	510.05
4.merenje	510.67	510.58	510.11	510.02	509.62	509.85	510.00	510.28	509.58	510.68	509.62	510.11	510.01
5.merenje													
Sr.vredn.	510.635	510.430	510.258	510.220	510.388	510.115	510.070	510.203	510.233	510.403	510.138	510.343	510.590
Opseg	0.49	0.36	0.67	0.50	1.15	0.55	0.81	0.41	1.53	0.56	0.76	0.40	1.30

Red.br.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Datum						2006-07-19						
1.merenje	511.02	511.36	511.28	510.37	510.66	510.30	510.49	510.17	510.71	510.05	510.56	510.32
2.merenje	511.38	510.71	510.80	510.62	510.09	510.12	510.62	510.10	510.29	509.80	510.12	510.55
3.merenje	510.21	510.10	510.21	510.50	510.52	510.91	511.21	510.12	510.45	509.71	509.95	510.89
4.merenje	510.18	510.67	510.71	509.82	510.41	510.91	511.35	510.70	510.98	510.20	510.47	510.60
5.merenje												
Sr.vredn.	510.698	510.710	510.750	510.328	510.420	510.560	510.918	510.273	510.608	509.940	510.275	510.590
Opseg	1.20	1.26	1.07	0.80	0.57	0.79	0.86	0.60	0.69	0.49	0.61	0.57

Da bi analiza bila što pouzdanija merenja su vršena u tri navrata, sa različitim brojem uzoraka i istim brojem merenja. Za merenje je uvek korišćena jedna mašina sa istim merilom. Da bi rezultati bili što verniji merenje je vršio uvek isti radnik koji vrši specificiranje širine noža za sečenje karkase sva tri dana.

**Srednje vrednosti svakog uzorka dobijene su po obrascu:**

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}, \text{ za uzorak 1 bi bilo:}$$

$$\bar{x}_1 = \frac{510.81 + 510.74 + 510.32 + 510.67}{4} = 510.635,$$

za uzorak 2:

$$\bar{x}_2 = \frac{510.22 + 510.52 + 510.40 + 510.58}{4} = 510.430,$$

za uzorak 3:

$$\bar{x}_3 = \frac{510.56 + 509.89 + 510.48 + 510.10}{4} = 510.258$$

, i tako dalje sve do uzorka 25 izračunavaju se srednje vrednosti.

**Opseg ili raspon** se takodje meri kod svakog uzorka i on predstavlja razliku izmedju najvećeg i najmanjeg rezultata merenja u uzorku, na sledeći način:

$$R = \text{max. vrednost} - \text{min. vrednost}$$

Odnosno, za uzorak 1 bi bilo:

$$R_1 = 510.81 - 510.32 = 0.49;$$

Za uzorak 2:

$$R_2 = 510.58 - 510.22 = 0.36;$$

Za uzorak 3:

$$R_3 = 510.56 - 509.89 = 0.67;$$

Sve do 25 uzorka računanje se vrši na isti način.

Dobiveni rezultati za srednje vrednosti  $\bar{x}$  i raspone R upisani su u tabeli 1. Srednja vrednost svih srednjih vrednosti  $\bar{\bar{x}}$  se dobija po obrascu:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_{25}}{25}$$

$$\bar{\bar{x}} = \frac{510.635 + 510.430 + 510.258 + \dots + 510.275 + 510.590}{25} = 510.40 \text{ mm}$$

Ova vrednost predstavlja centralnu liniju na dijagramu srednjih vrednosti merenja.

Srednja vrednost svih raspona (opsega) se dobija po obrascu:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_{25}}{25}$$

$$\bar{R} = \frac{0.49 + 0.36 + 0.67 + \dots + 0.61 + 0.57}{25} = 0.76$$

**Gornja i donja kontrolna granica procesa** za srednje vrednosti  $\bar{x}$  i raspone R se mogu odrediti po dole navedenim obrascima:

$${}^K_D KG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} \pm A_2 \bar{R}$$

za srednje vrednosti i

$$GKG_R = D_4 \bar{R}; \quad DKG_R = D_3 \bar{R}$$

za raspon.

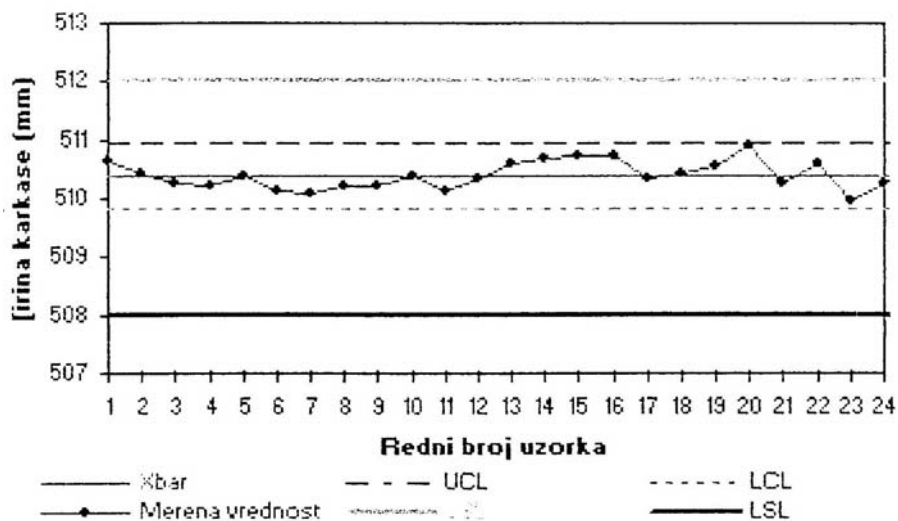
$$GKG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 * \bar{R} = 510.40 + (0.729 * 0.76) = 510.96 \text{ mm}$$

je gornja kritična granica, i

$DKG_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 * \bar{R} = 510.40 - (0.729 * 0.76) = 509.85mm$   
je donja kritična granica.

Vrednost konstante  $A_2$  je data tabelarno. Ona predstavlja faktor za izračunavanje kontrolnih granica i zavisi samo od broja merenja "n" uzorka.

Na osnovu zadatih tolerancija  $\pm 2$  mm tj. 512 mm i 508mm i rezultata dobivenih proračunom za kontrolne granice i srednju vrednost može se pristupiti crtanju dijagrama srednjih vrednosti merenja.



Slika 1. Prikaz dijagrama srednjih vrednosti  $\bar{x}$  merenja

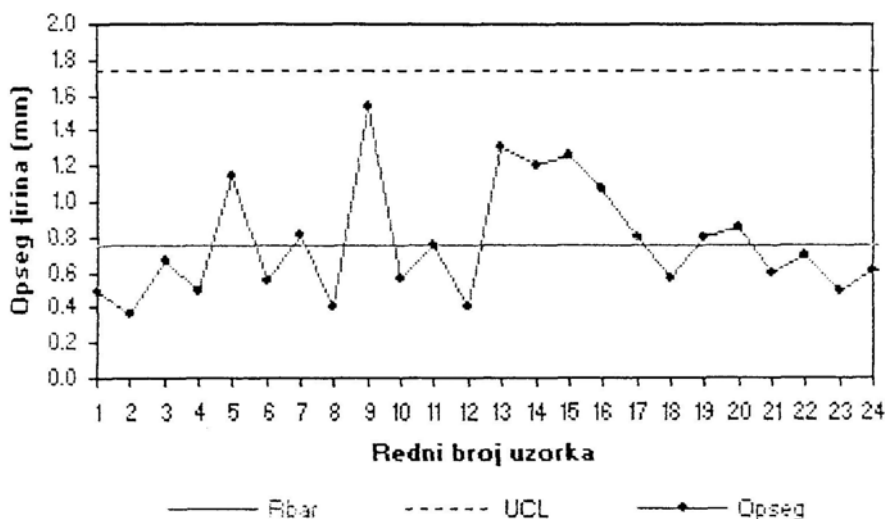
Proračun kritičnih granica za opseg:

$$GKG_R = D_4 * \bar{R} = 2.282 * 0.76 = 1.73mm$$

$$DKG_R = D_3 * \bar{R} = 0.76 = 0$$

$D_4=2.282$ ,  $D_3=0$  za  $n=4$  na osnovu tabelarnih podataka.

Na osnovu srednjih vrednosti i kontrolnih granica može se predstaviti dijagram opsega merenih vrednosti, (Slika 2).



Slika 2. Prikaz dijagrama opsega ili raspona merenih vrednosti R

Sve vrednosti statističkih mera  $\bar{x}$  i R nalaze se u okviru izračunatih kontrolnih granica, što nam daje

informaciju da je posmatrani proces u periodu izvršene kontrole bio stabilan.

### Ocena tačnosti procesa:

- zadata tolerancija: 4mm

- standardna devijacija:

$$\sigma_0 = \frac{\bar{R}}{d_{2(n=4)}} = \frac{0.76}{2.059} = 0.369$$

- prirodna tolerancija:

$$T_p = 6 * \sigma_0 = 6 * 0.369 = 2.214 \text{ mm}$$

- koeficijent tačnosti:

$$\mu = \frac{T_p}{T} = \frac{2.214}{4} = 0.553 \quad (\mu < 1)$$

- dopuštena vrednost tačnosti regulacije:

$$e' = \frac{1 - \mu}{2} = \frac{1 - 0.553}{2} = 0.223$$

- standardna vrednost tačnosti regulacije:

$$e = \frac{(\bar{x} - x_s)}{T} = \frac{(510.40 - 510)}{4} = 0.1$$

$e < e'$  posmatrani proces je bio tačan u periodu izvršene kontrole.

### Ocena sposobnosti procesa:

- indeks sposobnosti:

$$C_p = \frac{\text{toler}}{6 * \sigma_0} = \frac{4}{6 * 0.369} = \frac{4}{2.214} = 1.80$$

- sposobnost procesa u odnosu na specifikaciju:

$$C_{pk} = \frac{\bar{x} - DGS}{3\sigma_0} = \frac{510.40 - 508}{3 * 0.369} = \frac{2.4}{1.107} = 2.16$$

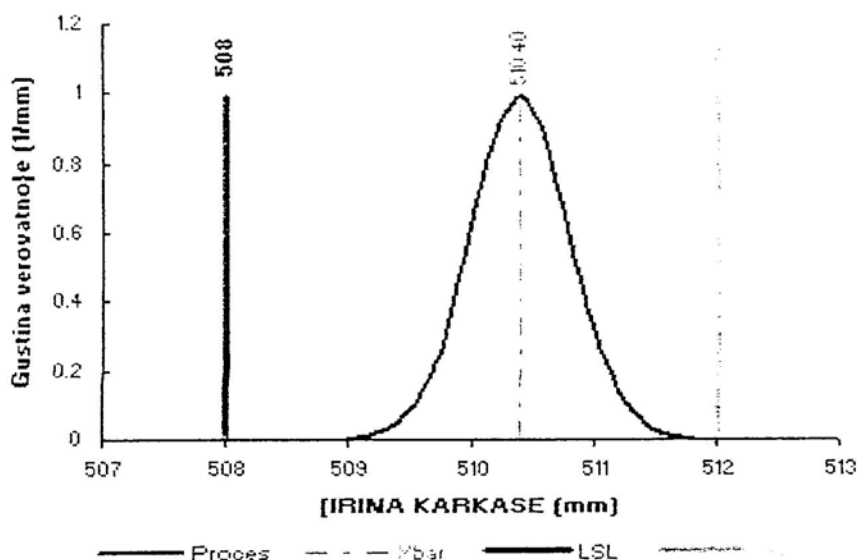
Vrednost indeksa sposobnosti procesa  $C_p = 1.80$  daje nam informaciju da je posmatrani proces sposoban da udovolji zadate tolerancije. Vrednost indeksa  $C_{pk} = 2.16$  ukazuje da je unutrašnje slaganje centra procesa prema centru specifikacije veoma dobro.

Relativna širina rasipanja procesa bi bila:

$$f_p = \frac{6\sigma}{GGT - DGT} * 100\% = \frac{2.214}{4} * 100 = 55.35\%$$

a to je manje od 75% koji su dozvoljeni po specifikaciji.

Na osnovu svega do sada izračunatog ponašanje procesa možemo da prikazemo pomoću Gausove normalne raspodele na sledeći način, (Slika 3).



Slika 3. Prikaz ponašanja procesa pomoću normalne Gausove raspodele

Na osnovu proračuna grafikona na slikama 1, 2 i 3 može se konstatovati da je ovaj proces proizvodnje pod kontrolom, jer sve tačke dijagrama leže unutar kontrolnih granica procesa. Znači da je proces

proizvodnje stabilan i da u budućnosti možemo očekivati takve vrednosti. U pogledu procesa može se reći da je on ekscentričan na više s obzirom da je ostvareno  $\bar{x} = 510.40$  a tražilo se 510 mm.

---

---

### 3. ZAKLJUČAK

Primena kontrolnih karata predstavlja zahvat koji traži stručnije osoblje i istovremeno zahteva i izvesno vremensko angažovanje. Jasno je da to povećava troškove i zato je potrebno kod postavljanja kontrolnih karata biti racionalan.

Kontrolne karte treba postavljati na onim mestima gde se mogu pratiti ona svojstva kvaliteta, koja su od presudnog uticaja na upotrebnu vrednost proizvoda. Značajnu ulogu kod postavljanja kontrolnih karata igra činjenica da li se u momentu ocenjivanja kvaliteta može uticati i korigovati proces. Zahvaljujući kontrolnim kartama može se prognozirati šta se od posmatranog procesa može očekivati.

Korišćenjem kontrolnih karata omogućeno je:

- ✓ objektivno ocenjivanje ostvarenog kvaliteta u procesu,
- ✓ utvrđivanje tehnoloških sistema koji mogu da ostvare zahtevne karakteristike kvaliteta u propisanim granicama,
- ✓ utvrđivanje karakteristike kvaliteta kod kojih se pojavljuju odstupanja u odnosu na date zahteve,
- ✓ analizu uzroka variranja kvaliteta,
- ✓ objektivno procenjivanje uvodjenja novih tehnologija i novih proizvoda,
- ✓ ocenjivanje tačnosti, stabilnosti i sposobnosti procesa.

Na bazi ovakvih informacija donose se planovi i odluke [3], daljih akcija i preduzimaju korektivne

mere u cilju unapredjenja kvaliteta i smanjenja troškova.

Primena kontrolne karte na konkretnom primeru kontrole sečenja karkanskog platna kao satavnog dela autogume dovela je do smanjenja škarta i boljeg kvaliteta finalnog proizvoda.

### LITERATURA

1. Živković, Ž., Gligorić, M.: Upravljanje kvalitetom, Tehnološki fakultet Zvornik, Bor, 2002.
2. Živković, P.: Priručnik za statističku procesnu kontrolu SPC, Tigar-fabrika autoguma, 1996.
3. Prvulović, S., Manasijević, D., Blagojević Z.: Teorija odlučivanja sa primerima, Tehnički fakultet, Bor, 2006.
4. Vulanović, V., i dr.: Metode i tehnike unapredjenja kvaliteta, FTN-Institut za Industrijske Sisteme i Istraživački i Tehnološki Centar, Novi Sad, 1998.
5. Živković, Ž., Popović, N., Jelić, M.: Upravljanje istraživanjem i razvojem, DŠIP-Bakar, Bor, 2002.
6. Tolmač, D., Prvulović, S.: Remont tehničkih sistema, Tehnički fakultet „M. Pupin“, Zrenjanin, 2001.
7. Prvulović, S., Tolmač, D., Živković, Ž.: Projektovanje i planiranje rada proizvodnog sistema, 10th International Conference, Dependability and Quality Management DQM 2007, Beograd, 2007.